

## **WAKTU IKAT ADUKAN BETON DENGAN POCKET PENETROMETER SERTA KORELASINYA TERHADAP NILAI SLUMP**

Moga Narayudha<sup>1</sup>, Han Aylie<sup>1</sup>

### **ABSTRACT**

*Workability of concrete mixtures has direct impact to placing, compaction and density of hardened concrete. To date the concrete industry has mandated the slump-value obtained by the Abrams-Harder method as the standard for evaluating concrete's workability. On the other hand, setting time of cement strongly influences the workability of mixtures. A slump value of zero was identified as to be the initial setting time of mixture. Research performed at the Material and Construction Laboratory, Diponegoro University, showed that actual setting time measured by mixture testing with the Pocket Penetrometer deviates significantly from the results of the Abrams test. Further, the effect of retarding admixtures to the workability of concrete mixtures, are evaluated.*

**Keywords** : Concrete mixture, Initial setting time, Pocket Penetrometer, Slump, Abrams.

### **PENDAHULUAN**

Air adukan beton konvensional pada dasarnya memiliki dua fungsi. Pertama, air berguna untuk mengaktifkan proses hidrasi semen. Kedua, untuk meningkatkan kemudahan pengerjaan. Kemudahan pengerjaan adukan beton didefinisikan sebagai tingkat *workability* adukan. PBI '71 dan SNI 1989 menggunakan standard nilai slump sebagai tolok ukur *workability*.

Kecuali Faktor Air Semen (FAS) *workability* juga dipengaruhi karakteristik agregat, jenis semen, waktu ikat dan temperatur saat pencampuran. Penelitian membuktikan bahwa *workability* akan menurun sebagai fungsi waktu terhadap saat pertama semen bersentuhan dengan air. Dengan demikian respon waktu ikat adukan sangat erat hubungannya dengan *workability*.

Praktisi lapangan terutama pengusaha adukan beton, menentukan waktu ikat awal adukan sebagai *fungsi penurunan nilai*

*slump*. Nilai slump sebesar nol di asumsikan sebagai waktu ikat awal, dengan demikian adukan beton tersebut dianggap tidak lagi layak dipakai.

Didalam ASTM C-403 penentuan waktu ikat adukan dilakukan dengan menggunakan Penetrometer. Penelitian ini bermaksud memberikan gambaran yang lebih jelas tentang perilaku waktu ikat serta korelasi pengukuran Slump dan Penetrometer.

### **BATASAN PENELITIAN**

Penelitian dilakukan dengan mempelajari perilaku adukan beton menggunakan *Puzzolan Portland Cement* (PPC) dan *Ordinary Portland Cement* (OPC) serta retarder *Plastocrete R*.

Pada penelitian ini digunakan kuat tekan beton yang direncanakan K225, karena dengan mutu beton K225 akan didapatkan waktu ikat yang tepat dengan metoda slump test. Perhitungan perencanaan

---

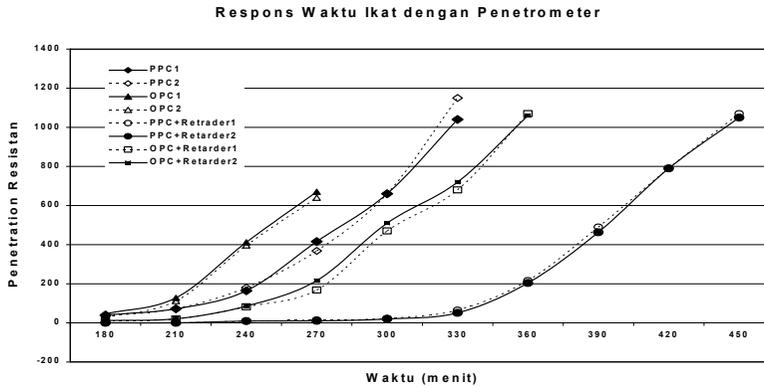
<sup>1</sup> Pengajar Jurusan Teknik Sipil FT. Universitas Diponegoro

Waktu Ikat Adukan Beton dengan Pocket Penetrometer  
serta Korelasinya terhadap Nilai Slump

campuran digunakan cara DOE (Development Of Environment).

Pada setiap populasi sampel dilakukan dua jenis pengamatan secara serentak. Adukan pertama di uji dengan menggunakan kerucut *Abrams-Harder*, dan penurunan nilai slump sebagai fungsi waktu, dicatat. Sebagian dari adukan yang berasal dari

populasi yang sama, di ayak dengan menggunakan saringan diameter 4.75 mm kemudian ditentukan waktu ikatnya dengan Penetrometer. Grafik 1 menunjukkan data waktu ikat masing-masing benda uji terukur dengan Penetrometer. Waktu ikat awal di terdefinisi pada kuat tekan permukaan sebesar 500 psi.

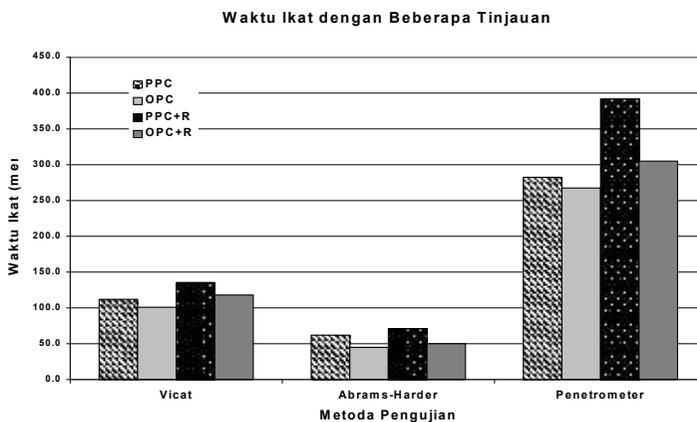


Grafik 1. Waktu Ikat Adukan terukur dengan Penetrometer

Grafik 2 menunjukkan respons waktu ikat masing-masing sampel adukan beton dan semen murni, *dengan* dan *tanpa* penambahan retarder.

**PENGAMATAN**

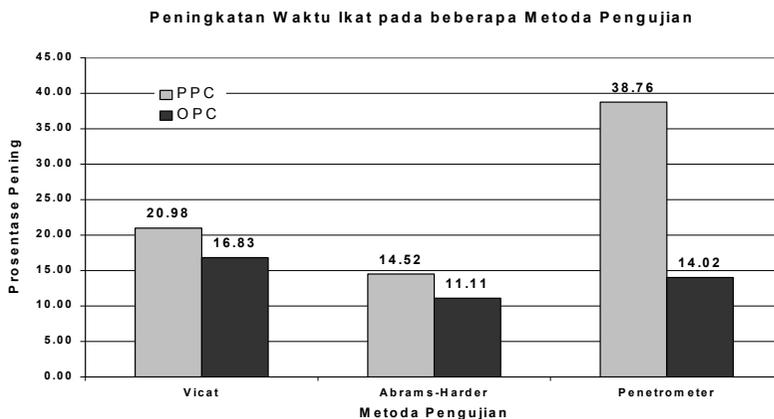
Tampak waktu ikat semen maupun adukan beton menunjukkan pola yang sama. Waktu ikat merupakan fungsi *invers* terhadap nilai slump, dan merupakan fungsi *langsung* terhadap respons pembacaan jarum Vicat maupun Penetrometer.



Grafik 2. Respons Waktu Ikat Sebagai Fungsi Beberapa Metoda Pengukuran

Semen PPC pada dasarnya memiliki waktu ikat yang relatif lebih rendah dari pada OPC, hal ini tampak pada baik pengujian adukan beton maupun pasta semen. Trend ini

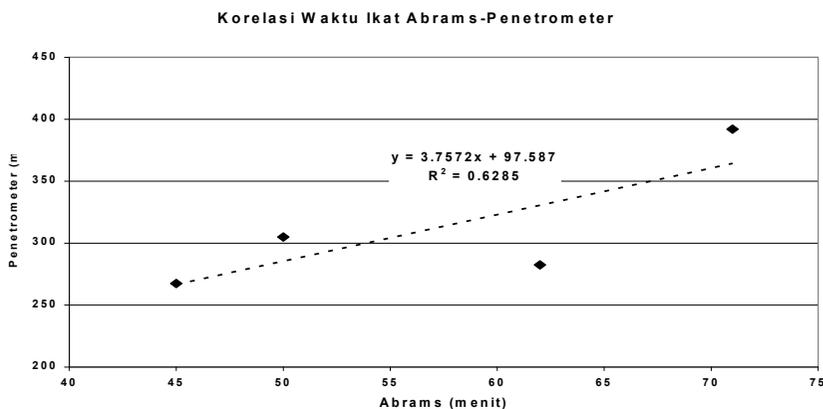
tetap berlaku bila pada adukan ditambahkan retarder Grafik 3 menunjukkan % peningkatan waktu ikat akibat penambahan retarder.



Grafik 3. Efektifitas Retarder Berdasarkan Beberapa Metoda Pengujian

Ketiga metoda pengujian menunjukkan bahwa kinerja retarder *lebih efisien* pada PPC. Dari ketiga metoda pengujian tersebut nilai yang diperoleh dari pengujian dengan Penetrometer menunjukkan angka yang paling menyimpang.

Waktu ikat yang diperoleh dari percobaan dengan kerucut Abrams memberikan nilai yang *paling konservatif* terhadap penentuan waktu ikat awal adukan. Hubungan waktu ikat percobaan kerucut Abrams dan Penetrometer tampak dalam Grafik 4.



Grafik 4. Korelasi Waktu Ikat metoda Abrams dengan Penetrometer

Waktu Ikut Adukan Beton dengan Pocket Penetrometer  
serta Korelasinya terhadap Nilai Slump

Korelasi kedua nilai tersebut paling dapat didekati dengan menggunakan fungsi linier sebagai berikut:

$$Y = C_1X + C_2 \dots\dots\dots (1)$$

Dimana:

Y = Waktu ikat yang diperoleh dari pengukuran dengan Penetrometer, dalam menit

X = Waktu ikat yang diperoleh dari pengukuran Slump dengan nilai nol, dalam menit

C1 = Koefisien = 3.7572

C2 = Konstanta = 97.582

**ANALISA**

Meskipun ketiga metoda memberikan nilai yang kesemuanya merupakan komponen waktu, akan tetapi sebenarnya dasar teori yang melandasi hasil pengukurannya cukup berbeda.

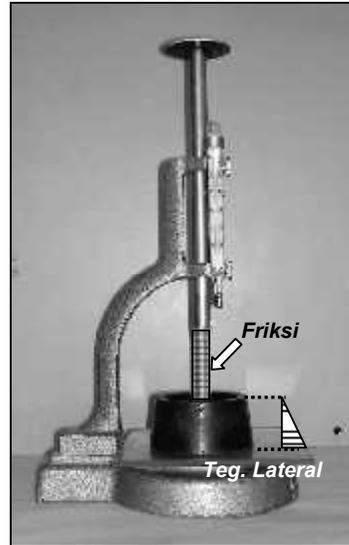
**KESAMAAN FAKTOR PENGARUH**

Hasil pengujian ketiga metoda tergantung dari jumlah air adukan dan temperatur. Selanjutnya setiap metoda mempunyai sifat-sifat pengaruh yang karakteristik.

**ALAT VICAT**

Adukan merupakan campuran semen dengan air yang dicetak dalam sebuah cincin ebonit. Dengan demikian terjadi tegangan lateral pada pasta semen apabila pada permukaan bekerja gaya. Gerakan jarum Vicat dihambat oleh kohesi antara partikel semen yang semakin meningkat seiring dengan berkembangnya proses hidrasi semen. Jarum Vicat memiliki permukaan ujung yang relative kecil, dengan pemberat hanya 300 gr, sehingga tegangan permukaan dapat diabaikan. Yang terbaca adalah hambatan atau lekatan antara pasta semen dan selimut jarum, pada saat jarum menembus pasta semen. Adhesi antara permukaan jarum dan pasta semen

tergantung dari: kehalusan permukaan jarum, berat jarum, dan kohesi yang tergantung dari tingkat hidrasi semen. (Gambar 1)

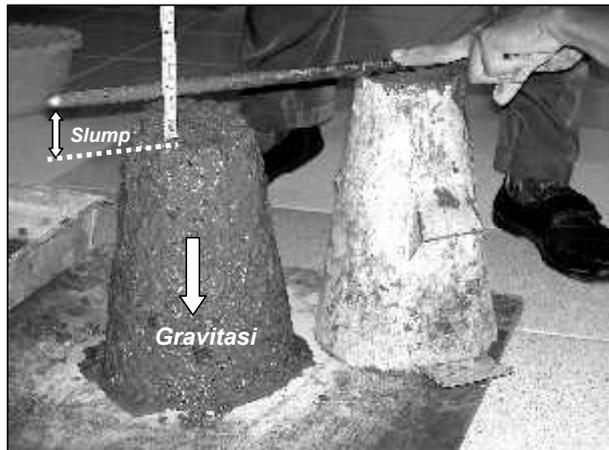


Gambar 1. Pengukuran Jarum Vicat

**KERUCUT ABRAMS-HARDER**

Adukan merupakan campuran beton yang dicetak dalam kerucut Abrams. Adukan dipadatkan berlapis, dan setelah di diamkan selama 30 detik terhitung dari saat pencetakan, kerucut diangkat vertical dan penurunan adukan diukur sebagai nilai slump. Besarnya penurunan merupakan fungsi dari gravitasi, proses hidrasi semen dan adhesi material yang sangat dipengaruhi tingkat pemadatan.

Karena adukan mengandung agregat kasar, *interlocking* material ikut mempengaruhi perilaku pengukuran. Adukan beton dimungkinkan bergerak bebas, dan respons tegangan lateral *tidak* terjadi. (Gambar 2).



Gambar 2. Percobaan dengan Kerucut Abrams

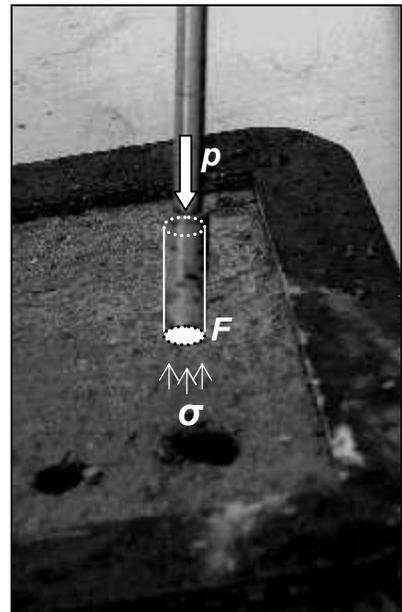
**POCKET PENETROMETER**

Adukan merupakan campuran beton tersaring sehingga terdiri *hanya* dari campuran pasir dan semen yang dicetak dalam  *mold* berukuran 150x150x150 mm. Adukan dipadatkan berlapis, dan tegangan permukaan dibaca dengan memberikan beban vertical pada permukaan adukan. Gerakan adukan kearah lateral dihambat dengan adanya dinding cetakan (Gambar 3). Besarnya tegangan permukaan ditentukan dengan menggunakan rumus

$$\sigma = \frac{P}{F} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana:

- $\sigma$  = Tegangan permukaan (psi)
- P = Gaya aksial sentris (lb)
- F = Luas permukaan ujung Penetrometer ( in<sup>2</sup>)



Gambar 3. Pengukuran dengan Pentrometer

Waktu Ikat Adukan Beton dengan Pocket Penetrometer  
serta Korelasinya terhadap Nilai Slump

Tabel 1. Evaluasi Pengujian Waktu Ikat

Metoda Pengujian	Alat Vicat	Kerucut Abrams-Harder	Pocket Penetrometer
<b>Bahan</b>	Mortar / pasta semen	Adukan beton	Adukan beton yang disaring dengan saringan 4.75 mm.
<b>Respons terukur</b>	Lekatan	Efek gravitasi	Tegangan permukaan
<b>Faktor Pengaruh</b>	FAS, temperatur, tingkat hidrasi, gravitasi, adhesi antara mortar dan jarum, tegangan lateral	FAS, temperatur, tingkat hidrasi, derajat pemadatan, gravitasi, adanya pengaruh impurities, efek interlocking pada agregat kasar	FAS, temperatur, tingkat hidrasi, derajat pemadatan, tegangan permukaan, tegangan lateral, adanya pengaruh impurities
<b>Standard</b>	ASTM Section 04.01, C-191	ASTM Section 04.02, C-143; SK SNI M-12-1984-F; PBI 71, NI2 Bab 4.4	ASTM Section 04.02,C-403

Perbedaan yang drastis antara waktu ikat yang ditentukan dengan kerucut Abrams dengan Pentrometer terutama dipengaruhi faktor *interlocking* agregat kasar. Secara theoretis nilai slump sebesar nol dapat pula diperoleh dengan hanya menggunakan agregat kasar yang dipadatkan secara sempurna. Ini berarti penentuan waktu ikat dengan cara ini *selalu* akan memberikan nilai yang konservatif.

Respons waktu ikat semen juga selalu lebih rendah dari waktu ikat adukan beton, ini disebabkan karena adanya kandungan *impurities* berupa lumpur dan lempung yang berada pada agregat (Dian. H.H. et. al., 2004; Han A.L., et.al., 2005). Adanya kandungan lumpur akan menghambat proses hidrasi semen karena sebagian air akan terserap oleh lumpur.

### KESIMPULAN DAN SARAN

Dari penelitian terbukti bahwa metoda penentuan waktu ikat yang berpedoman pada nilai slump nol, sangat tidak teliti. Penggunaan pedoman ini akan berakibat pemborosan, karena sebagian adukan beton dianggap tidak lagi layak digunakan sebagai elemen konstruksi dan kemudian dibuang.

Dari korelasi  $Y = 3.75 X + 97.58$  tampak bahwa waktu ikat yang sesungguhnya sekitar 3.7 kali waktu ikat yang diperoleh dari respons nilai slump nol. Bahkan secara theoretis tampak bahwa pada adukan yang pada menit ke *nol* telah menunjukkan nilai slump *nol* sekalipun, waktu ikat sesungguhnya terprediksi pada menit ke 97.

Faktor adanya additive retarder menunjukkan pula bahwa waktu ikat yang diperoleh dengan kerucut Abrams, sangat tidak tepat.

Dengan demikian perlu adanya penelitian yang lebih banyak, dengan varian campuran adukan yang lebih beragam, untuk menentukan kriteria waktu ikat *aman* untuk pengecoran, berdasarkan uji kerucut Abrams.

Walaupun melalui prosedur yang lebih sulit, dunia industri beton sebaiknya menggunakan Penetrometer untuk menentukan waktu ikat adukan beton. Dengan demikian efisiensi pekerjaan dapat ditingkatkan dengan mengurangi pembuangan adukan beton karena salah terdiagnostik bahwa waktu ikatnya telah terlampaui.

*Terima kasih kepada Jeudi Putri Pratiwi dan Ida D. K. Siburian yang telah ikut berpartisipasi aktif dalam penelitian ini.*

#### DAFTAR PUSTAKA

- ACI Committee 212, 1993, "Chemical Admixtures for Concrete, Concrete" International Magazine, Oktober 1993, PP 48-53.
- Annual Book of ASTM Standards 2002. Section 4 Vol. 04.02 "Concrete and Aggregates" C-403 "Standard Test method for Time Setting of Concrete Mixtures by Penetration Resistance", C-143, "Standard Test Method for Slump of Hydraulic-Cement Concrete", ASTM, West Conshohocken, USA
- Annual Book of ASTM Standards, 2004, volume 04.01, "Cement; Lime; Gypsum", C-191, "Standard Test Method for Time Setting of Hydraulic Cement by Vicat Needle", ASTM International, West Conshohocken, PA.
- Cement Association of Canada, 2004, "About Cement and Concrete", CAC, Canada
- Dian, H.H. dan Nicolas, S.P., 2004, "Penelitian Aspek Waktu Ikut Beton Sebagai Fungsi Penundaan Pencampuran Retarder", Penelitian Tugas Akhir di Jurusan Teknik Sipil, Universitas Diponegoro, Semarang
- Fintel, Mark, 1985. "Handbook of Concrete Engineering" Second Edition, Van Nostrand Reinhold, New York.
- Johansen, Vagn, 2002, "Why Chemistry Matters in Concrete", Concrete International Magazine, Maret 2002, PP 84-89.
- Kett, Irving, 2000. "Engineering Concrete : Mix Design and Test Method". CRC Press LLC, USA.
- Longman, G. D. Taylor, 2002. "Material in Construction Principles, Practice and Performance", The Chartered Institute of Building.
- Mindess, S.; Young, J. F.; Darwin, D., 2003, "Concrete", Second Edition, Pearson Education Inc., America.
- Mindess, Sidney *et al*, 2003. "Concrete" 2<sup>nd</sup> Edition. Pearson Education Inc, USA.
- Neville, A.M., 2003, "Properties of Concrete", Fourth and Final Edition Standards Updated to 2002, Pearson Education Limited, England.
- Neville, A.M., 2003. "Properties of Concrete", 4<sup>th</sup> Edition. Pearson Prentice Hall, Edinburg Gate Harlow, England.
- PBI 71, 1979, "Persyaratan Beton Bertulang Indonesia" (PBI-1971), cetakan ke 7, Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Direktorat Jenderal Cipta Karya, Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik, Bandung.
- PCA, 2002, "Portland, Blended, and Other Hydraulic Cements", Design and Control of Concrete Mixtures, Chapter 2, Illinois, USA
- Pertiwi, Y. P. and Siburian, I, 2005, "Respons Waktu ikat adukarl", Penelitian Tugas Akhir di Jurusan Teknik Sipil, Universitas Diponegoro, Semarang
- Pessiki, S. P., Carino, N. J., 1988, "Setting Time and Strength of Conceret Using the Inpact-Echo Method" ACI Material Journal, September-October 1988, pp 389-399.
- Popovics, Sandor, 1992, "Concrete Materials, Properties, Specifications and Testing", Noyes Publications, Park Ridge, New Jersey, USA.
- Portland Cement Association, 2005, "Concrete Technology", PCA, 2005, USA
- Portland Cement Association, 2005, "Design and Control of Concrete Mixtures", Chapter 3, [www.portcement.org](http://www.portcement.org) , 2005, USA
- Reinhart, H. W. and Grosse, C. U., 2005, "Setting and Hardening of Concrte continuously monitored by Elastic Waves", [www.iwb.uni-stuttgart.de](http://www.iwb.uni-stuttgart.de)

Waktu Ikut Adukan Beton dengan Pocket Penetrometer  
serta Korelasinya terhadap Nilai Slump

SK SNI M-26-1990-F, 1990, "*Metode Pengambilan Contoh Untuk Campuran Beton Segar*", "*Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*", dan "*Spesifikasi Bahan Tambahan Untuk Beton*", Departemen Pekerjaan Umum, Yayasan LPMB, Bandung.

Tan, K. H. and Tang, C. Y., 2004, "*Interaction Formulas for Reinforced Concrete Columns in Fire Conditions*", ACI Structural Journal, January-February 2004, ACI International, USA

Tennis, P. D., 1999, "*Portland Cement Characteristics*", Portland Cement Association, Concrete Technology Today, Vol 20, no 2., Illinois, USA

Tennis, P.D., 1999, "*Portland Cement Characteristics*", Portland Cement Association, USA

Tjokrodinuljo, Kardiyono, 1996. "*Teknologi Beton*", Universitas Gajah Mada Press, Yogyakarta.

Wang, C.K. et al, 1979. "*Reinforced Concrete Design*", 3<sup>rd</sup> Edition. Harper & Row Publisher Inc, New York, USA.

Han, A. L., Yulita A., Narayudha, M., 2005 "*Pengaruh Jeda Waktu dan Kadar Lumpur pada Kinerja Retarder sebagai Admixture Beton*", Penelitian Mandiri pada Laboratorium Bahan dan Konstruksi, Universitas Diponegoro, Semarang 2005